

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-129938

(43) 公開日 平成8年(1996)5月21日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 H 33/42	E			
F 1 6 H 25/22	A	9242-3 J		
	J	9242-3 J		
H 0 1 H 3/40	A			

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平7-185274	(71) 出願人	000213297 中部電力株式会社 愛知県名古屋市東区東新町1番地
(22) 出願日	平成7年(1995)7月21日	(71) 出願人	000005234 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(31) 優先権主張番号	特願平6-214405	(72) 発明者	水野 和宏 名古屋市東区東新町1番地 中部電力株式 会社内
(32) 優先日	平6(1994)9月8日	(72) 発明者	小川 明栄 名古屋市東区東新町1番地 中部電力株式 会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 山口 巖

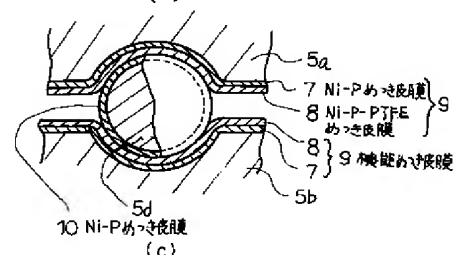
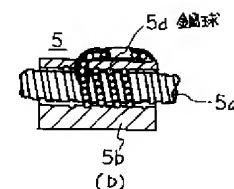
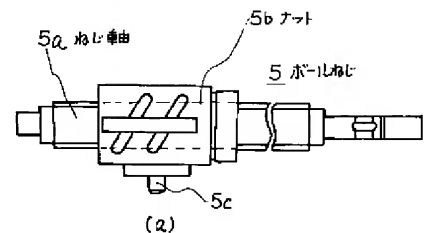
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力用開閉機器の電動式開閉操作装置

## (57) 【要約】

【目的】 グリースを使用せずに、かつメンテナンスフリーのまま長期間に亘り操作機構の摺動面に対して健全な耐食性、潤滑性が維持できるようにした信頼性の高い電力用開閉器（例えば断路器）の電動式開閉操作装置を提供する。

【構成】 可動接触子と駆動モータとの間を減速歯車機構、ボールねじ、およびトグル機構を組合わせた動力伝達機構を介して連繫結合し、可動接触子をモータ駆動により開閉操作する装置において、前記動力伝達機構の各摺動部のうち、少なくともボールねじ5に対して鋼球5dと摺動し合うねじ軸5a、およびナット5bの表面に、耐食性の高いNi-Pめっき被膜7を下地層としてその上に潤滑性の高いNi-P-PTFEめっき皮膜8を成層した2層からなる機能めっき皮膜9を形成し、さらに鋼球の表面に、Ni-Pめっき皮膜からなる耐食性の高い機能めっき皮膜10を無電解めっき法により形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 断路器などを対象に、可動接触子をモータ駆動により開閉操作する電力用開閉機器の開閉操作装置であり、駆動モータと可動接触子との間を減速歯車機構、ボールねじ、およびトグル機構の組合わせからなる動力伝達機構を介して連繫結合したもののにおいて、前記ボールねじに対し、鋼球と摺動し合うねじ軸、およびナットの表面に、耐食性の高いめっき被膜を下地層としてその上に潤滑性の高いめっき皮膜を成層した2層からなる機能めっき皮膜を形成したことを特徴とする電力用開閉機器の電動式開閉操作装置。

【請求項2】 請求項1記載の開閉操作装置において、2層からなる機能めっき皮膜のうち、下地層がNi-Pめっき皮膜、上層がNi-Pにポリテトラフルオロエチレン(PTFE)を混合させたNi-P-PTFEめっき皮膜であることを特徴とする電力用開閉機器の電動式開閉操作装置。

【請求項3】 請求項1または2記載の開閉操作装置において、2層からなる機能めっき皮膜が無電解めっき法により形成されたものであることを特徴とする電力用開閉機器の電動式開閉操作装置。

【請求項4】 請求項1または2記載の開閉操作装置において、ボールねじのねじ軸とナットとの間のねじ溝内に充填された鋼球の表面に、Ni-Pめっき皮膜からなる耐食性の高い機能めっき皮膜を形成したことを特徴とする電力用開閉機器の電動式開閉操作装置。

【請求項5】 請求項2記載の開閉操作装置において、Ni-Pめっき皮膜、およびNi-P-PTFEめっき皮膜の個々の膜厚を5~13 $\mu$ mとして、2層合計の膜厚を20 $\mu$ m以下に設定したことを特徴とする電力用開閉機器の電動式開閉操作装置。

【請求項6】 請求項1記載の開閉操作装置において、ボールねじに対する鋼球／ねじ軸、鋼球／ナット間の接触面圧が105kg/mm<sup>2</sup>以下となるように、鋼球の充填数、ねじ軸の外径寸法、およびナットの内径寸法を設定したことを特徴とする電力用開閉機器の電動式開閉操作装置。

【請求項7】 断路器などを対象とする電力用開閉器の可動接触子をモータにより開閉駆動する開閉操作装置であり、駆動モータと可動接触子との間を減速歯車機構、ボールねじ、およびトグル機構を介して連繫結合したもののにおいて、減速歯車機構の歯車表面、ないしはトグル機構の回転摺動部の表面に耐食性の高いめっき被膜を下地層としてその上に潤滑性の高いめっき皮膜を成層した2層からなる機能めっき皮膜を形成したことを特徴とする電力用開閉機器の電動式開閉操作装置。

【請求項8】 請求項7記載の開閉操作装置において、2層からなる機能めっき皮膜のうち、下地層がNi-Pめっき皮膜、上層がNi-Pにポリテトラフルオロエチレン(PTFE)を混合させたNi-P-PTFEめっき

皮膜であることを特徴とする電力用開閉機器の電動式開閉操作装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、変電所の電力開閉設備として、SF<sub>6</sub>ガスで絶縁した開閉装置に組み込んだ断路器などを実施対象とする電力用開閉機器の電動式開閉操作装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 まず、頭記したガス絶縁開閉装置に組み込まれた断路器を対象に、従来より実施されている電動式開閉操作機構の構造を図3に、またその動作を図4

(a)~(d)に示す。まず、図3において、1は断路器のU、V、W相の各極に対応する固定接触子、2は挿入ロッド形の可動接触子、3は可動接触子2を開閉する駆動モータであり、駆動モータ3と可動接触子2の間は、減速歯車機構4、モータの回転運動を直線運動に変換するボールねじ5、トグル機構6の組合わせからなる動力伝達機構を介して連繫結合されている。ここで、ボールねじ5は、ねじ軸5a、ナット5b、ねじ軸とナットの間にながってねじ溝内に多数充填した鋼球(図示せず)からなり、ナット5bの側面には後記するトグル機構との連結ピン5cを備えている。一方、トグル機構6は、ボールねじ5のナット5bに突設した連結ピン5cに係合し合う先端二股状のレバー6a、連結アーム6b、二股カムレバー6c、該レバー6cを軸支した回転軸6d、トグル式の開閉ばね6e、開閉ばね6eに一端をピン結合して回転軸6dに軸支したレバー6f、該レバー6fの両側に対向する一対の係合突起を備えて回転軸6dに連結した揺動カム6g、回転軸6dの他端に連結して可動接触子2にピン結合したレバー6hとの組合わせからなる。

【0003】 かかる構成で、可動接触子2が固定接触子1に接触している断路器ONの状態では、ボールねじ5のナット5bがねじ軸5aの左端側に停止しており、トグル機構6は図4(a)の状態待機している。ここから可動接触子2を開放して断路器をOFFにするには、駆動モータ3を始動してボールねじ5のナット5bをねじ軸5aに沿って右方向へ移動させる。これにより、図4(b)で示すように、ボールねじ5のナット5bの動きに連動して、トグル機構6の二股カムレバー6cがレバー6fと開閉ばね6eとの連結ピン6iを時計方向に押して開閉ばね6eを圧縮させていく。ここからさらにボールねじ5のナット5bの移動が進み、図4(c)で示すように開閉ばね6eが圧縮死点を超えると、図4(d)で示すように開閉ばね6eが一気に伸び、圧縮行程で蓄勢されていたばね力によりレバー6fを介して揺動カム6gが反時計方向に急回転するとともに、その回転力が回転軸6dを介してレバー6hに伝わり、可動接触子2を上方へ急速に引き上げて断路器をOFFにす

る。なお、断路器をOFFからONへ投入操作するには、前記とは逆に駆動モータ3を逆転する。これにより、ドグルリンク機構6の開閉ばね6eが図4(d)の位置から(a)の位置に向けて右から左方向に反転し、可動接触子2を下方に駆動して固定接触子1と接触させる。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、例えば77KV級の高圧用断路器について、その可動接触子を前記した従来の電動式開閉操作装置で開閉動作させるには、前記した開閉ばねのばね力は最大320Kgが必要であり、かつ開閉動作に伴いボールねじ、およびトグル機構には大きなスラスト荷重が加わる。この場合に開閉操作装置の動力伝達機構に組み込んだボールねじに加わる荷重を実測したところ、ボールねじの鋼球/ねじ軸間には約160Kg/mm<sup>2</sup>、鋼球/ナット間には約135Kg/mm<sup>2</sup>にも及ぶ大きな接触面圧の加わることが明らかとなった。

【0005】一方、変電所の開閉設備に用いる断路器は高い信頼性の確保が必要であり、実際の製品では30年間の耐食性、および10000回の開閉動作の過酷な使用条件にも耐える品質保証が要求される。そこで、図3に示した開閉操作装置に対する信頼性確保のために、従来では減速歯車機構4、ボールねじ5、およびトグル機構6などの各機構における摺動部にグリースを注入、塗布し、長期間に亘って摺動面の防錆、潤滑性を維持するようにして対処している。

【0006】しかしながら、グリースを塗布した場合には、少なくとも数年に1回の割合で定期的に開閉操作装置の内部を分解、清掃し、グリースを再注入するメンテナンス作業が必要であり、このメンテナンスを怠るとグリースが劣化し、これが原因で耐食性、潤滑性が低下し、数十～数百回の開閉動作でボールねじの齧り、および各部機構の摺動面に錆による腐食が生じて潤滑性、耐磨耗性も低下し、これが要因となって断路器の開閉動作が正常に行われなくなったり、操作機構の故障を引き起こすようになる。

【0007】しかも、断路器の据付け先で定期的にグリースを補給するメンテナンス作業を行うには、開閉操作装置の分解、清掃を含めて多大な労力、人件費を要するほか、長い作業日数も必要となることから、その改善策が強く望まれている。本発明は上記の点にかんがみ込まれたものであり、その目的は前記課題を解決し、グリースの塗布を必要とせずメンテナンスフリーのまま長期間に亘り操作機構の摺動面に対して健全な耐食性、潤滑性が維持できるようにした信頼性の高い電力用開閉器の電動式開閉操作装置を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するために、本発明によれば、断路器などを対象とする電力用

開閉器の電動式開閉操作装置として、駆動モータと可動接触子との間を減速歯車機構、ボールねじ、およびトグル機構の組合わせからなる動力伝達機構を介して連繋結合したものであるにおいて、前記ボールねじに対し、鋼球と摺動し合うねじ軸、およびナットの表面に、耐食性の高いめっき被膜を下地層としてその上に潤滑性の高いめっき皮膜を成層した2層からなる機能めっき皮膜を形成するものとする。

【0009】ここで、前記した2層からなる機能めっき皮膜のうち、下地層をNi-Pめっき皮膜、上層をNi-Pにポリテトラフルオロエチレン(PTFE)を混合させたNi-P-PTFEめっき皮膜として実施するのがよく、また、2層からなる機能めっき皮膜を無電解めっき法により形成するのが好ましい。さらに、より一層高い潤滑性、耐磨耗性を確保するために、ボールねじの鋼球の表面に、Ni-Pめっき皮膜からなる耐食性の高い機能めっき皮膜を形成することが効果的である。

【0010】さらに、前記した2層からなるめっき皮膜については、下地側のNi-Pめっき皮膜、および上層側のNi-P-PTFEめっき皮膜の個々の膜厚を5～13μmとして、2層合計の膜厚を20μm以下に設定するのがよい。そして、前記構成のボールねじを採用して開閉操作装置を設計、製作するに当たっては、耐久性などの実用面を考慮して、ボールねじの鋼球/ねじ軸、鋼球/ナット間の接触面圧が105kg/mm<sup>2</sup>以下となるように、鋼球の充填数、ねじ軸の外径寸法、およびナットの内径寸法を設定して構成するのがよい。

【0011】また、前記構成の開閉操作装置に対しては、ボールねじのほかに、駆動モータの動力伝達機構である減速歯車の表面、ないしはトグル機構を構成する各基素の回り対偶に対する回転摺動部についても、その表面に耐食性の高いNi-Pめっき被膜、および該めっき皮膜を下地層としてその上に潤滑性の高いNi-P-PTFEめっき皮膜を成層した2層からなる機能めっき皮膜を形成して実施することが有効である。

#### 【0012】

【作用】前記の構成において、2層からなる機能めっき皮膜のうち、下地層となる1層目のNi-Pめっき皮膜は高硬度で、かつ長期間に亘り高い防錆能力を保持する性質を有する。また、Ni-Pめっき皮膜を下地としてその上に形成する2層目のNi-P-PTFEめっき皮膜は、Ni-Pめっき皮膜に比べて硬度が小さいものの優れた潤滑性を有する。そこで、開閉操作装置の構成部品であるボールねじ、ないしは減速歯車、トグル機構の摺動面に対し、その表面に前記したNi-Pめっき皮膜とNi-P-PTFEめっき皮膜を成層した2層構造の機能めっき層を形成して表面改質することにより、過酷な使用条件下にもかかわらずグリースレスのまま長期間に亘り正常な開閉動作を保証できる。

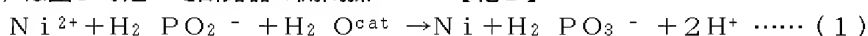
【0013】また、前記の2層からなる機能めっき皮膜

を無電解めっき法で形成することで、均一な厚みのめっき皮膜と、高い密着性が得られる。さらに、発明者等の実験結果によれば、前記した2層からなるめっき皮膜について、下地側のNi-Pめっき皮膜、および上層側のNi-P-PTFEめっき皮膜の膜厚を5~13 $\mu$ mとして、2層合計の膜厚を20 $\mu$ m以下の範囲に設定することにより、鋼球との接触によるめっき皮膜の割れ、剥離を効果的に抑えて耐食性、潤滑性を長期間維持できることが確認されている。

【0014】さらに、ねじ軸、ナット側に形成した機能めっき層のNi-P-PTFEめっき皮膜と面接する鋼球に対し、その表面に相手側のめっき皮膜と異質なNi-Pめっき皮膜を形成することにより、鋼球自身の耐食性を高めつつ、鋼球/ねじ軸、鋼球/ナット間の融着を良好に防止してボールねじの信頼性向上が図れる。そして、ボールねじを製作するに当たっては、ねじ軸、ナットの径寸法を大径にし、さらにねじ溝内に充填した鋼球の数が多くなるように設計することで、鋼球/ねじ軸、鋼球/ナット間の実質的な接触面圧が軽減し、結果として上記めっき皮膜に加わる荷重が軽減してボールねじの耐久性が向上する。ここで、ボールねじの鋼球/ねじ軸、鋼球/ナット間の接触面圧が105kg/mm<sup>2</sup>以下となるように、鋼球の充填数、ねじ軸の外径寸法、およびナットの内径寸法を設定すれば、電力用開閉機器に要求される過酷な使用条件も十分な耐久性が確保できる。

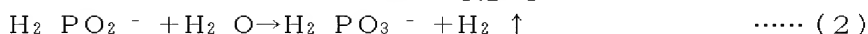
【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1(a)、(b)は図3で述べた断路器の開閉操\*



【0019】

※30※【化2】



【0020】

★ ★【化3】



すなわち、前記(1)式の反応では、析出したニッケルが自己媒体として働いて反応を促進する。また、めっき皮膜中には(1)式の反応で生成する亜リン酸と(2)式の水素ガスによりリンが生成してニッケル中に含まれる。

【0021】そして、前記ように形成された2層からなる機能めっき皮膜9の表面硬さについて調べたところ、その硬度はHv(0.3)=550~700であった。また、図2はボールねじのねじ軸、ナットについて、無処理、単層のNi-Pめっき皮膜、単層のNi-P-PTFEめっき皮膜、および図示実施例のようにNi-Pめっき皮膜7とNi-P-PTFEめっき皮膜8からなる2層の機能めっき皮膜9を施したものを供試試料として、各試料について鋼球/ねじ軸、鋼球/ナット間の動摩擦係数の検証結果を表すものである。この図から判るよう

に、ボールねじのねじ軸、ナットにNi-Pめっき皮膜とNi-P-PTFEめっき皮膜からなる2層の機能め

\*作装置に組み込んだボールねじを示し、該ボールねじ5はねじ軸5a、ナット5b、およびねじ軸とナットの間

にねじ溝に充填された多数個の鋼球(ボール)5dからなり、かつナット5bの側面には図3で述べたトグル機構6のレバー6aに係合し合う連結ピン5cを備えている。  
【0016】ここで、本発明により、ボールねじ5のねじ軸5a、ナット5bに対して、鋼球5dと接触し合うねじ溝側摺動面の表面には、無電解めっき法により耐食性の高いNi-Pめっき被膜7、および該めっき皮膜7を下地層としてその上にNi-Pに4~17VOL%のポリテトラフルオロエチレン(PTFE)を混合させた潤滑性の高いNi-P-PTFEめっき皮膜8を成層した2層からなる機能めっき皮膜9が均一厚さに形成されている。そして、前記Ni-Pめっき被膜7、およびNi-P-PTFEめっき皮膜8は、個々の膜厚を5~13 $\mu$ mとし、2層からなる機能めっき皮膜全体での合計膜厚が20 $\mu$ m以下の範囲に収まるように設定されている。さらに、鋼球5dの表面には膜厚3 $\mu$ m程度に設定して成膜した単層のNi-Pめっき被膜7が形成されている。なお、前記した機能めっき皮膜9を形成するには、部品単位でめっきの不要な箇所をマスキングし、めっきを施す部分を有機溶剤により脱脂、酸洗した後、めっき処理することで簡単に対応できる。

【0017】また、無電解めっき法によるNi-Pめっき皮膜処理の基本的な反応式は次の通りである。

【0018】

【化1】

☆つき層を施した場合が最も動摩擦係数が小さくて優れた潤滑性を示している。また、先記した機能めっき層付きのボールねじを採用した開閉操作装置に対し、連続10000回の開閉操作テストを行った後、さらに24時間に亘って塩水噴霧試験を行った後の耐食性を検証した結果、錆の発生も全く認められないことが確認された。

【0022】なお、前記のように機能めっき層を付与したボールねじについて、発明者等はねじ軸の外径を36mm、鋼球の直径を7.144mm、鋼球の数を99個として設計、製作したものを、77KV級の高圧用断路器の開閉操作機構に採用して実機テストを行い、この際にボールねじに加わる荷重を実測したところ、鋼球/ねじ軸間の接触面圧は約105kg/mm<sup>2</sup>、鋼球/ナット間の接触面圧は約95kg/mm<sup>2</sup>であった。したがって、従来装置に採用していた市販のボールねじ製品と比べても接触面圧が30~50%程度小さくなり、これにより先記した機能めっき層への負担が軽減して優れた耐久性が期待で

きる。しかも、前記構成のボールねじは、図2で表したように動摩擦係数が小さくてグリースレスのままでも故障なく機能する。したがって、グリース補給に対してメンテナンスフリーのまま長期間使用できる。

【0023】また、図示の実施例は、図3に示した電動式開閉操作装置を構成する動力伝達機構のうち、最も使用条件が過酷なボールねじ5に対する表面改質として機能めっき皮膜を形成したものについて述べたが、ボールねじ5と併せて減速歯車機構4の歯車同士が擦り合う摺動面、およびトグル機構6における軸とレバーとの回り対偶に対応する各回転摺動面などについても、前記したNi-Pめっき皮膜とNi-P-PTFEめっき皮膜からなる2層の機能めっき層を付与して表面改質することにより、開閉操作装置全体でのグリースレス化、およびメンテナンスフリー化の達成、並びにより一層の信頼性向上が図れる。

【0024】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、断路器などを対象とする電力用開閉機器の電動式開閉操作装置に対して、その動力伝達機構を構成するボールねじ、減速歯車、トグル機構について、少なくとも使用条件が最も過酷なボールねじを優先として操作機構の各摺動部表面に耐食性、潤滑性の高い2層からなる機能めっき皮膜を形成して表面改質を施したことにより、従来装置で使われていたグリースの塗布を不要とし、グリースレスのまま長期間にの使用に十分耐える耐食性、潤滑性を維持して開閉機器を正常に開閉動作させることができる。したがって、グリースの劣化に起因する動作不良、並びに定期的に行うグリースの再塗布作業の削減が図れる。

【0025】また、2層からなる機能めっき皮膜として、下地層をNi-Pめっき皮膜、上層をNi-Pにポリテトラフルオロエチレン(PTFE)を混合させたNi-P-PTFEめっき皮膜とすることで、耐久性の高い耐食性、潤滑性を確保することができ、かつその機能めっき皮膜を無電解めっき法により形成することで、均一厚さで、しかも密着性の良いめっき皮膜が得られる。さらに、前記のNi-Pめっき皮膜、およびNi-P-

PTFEめっき皮膜の個々の膜厚を5~13 $\mu$ mとして、2層合計の膜厚を20 $\mu$ m以下の範囲に設定することにより、高い接触面圧を加えた使用条件下でもめっき皮膜の割れ、剥離などの欠陥発生を良好に防止できる。加えて、ボールねじの鋼球表面にNi-Pめっき皮膜からなる耐食性の高い機能めっき皮膜を形成したことにより、鋼球自身の耐久性を高めるとともに、ねじ軸、ナット側に形成した機能めっき層のNi-P-PTFEめっき皮膜との融着を防いで長期に亘り安定した潤滑性を確保できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例として開閉操作装置に組み込んだボールねじの構成図であり、(a)はボールねじの全体構成図、(b)はナット部分の断面図、(c)は要部の拡大断面図

【図2】各種めっき皮膜を付したボールねじについて、その鋼球/ねじ軸、鋼球/ナット間の動摩擦係数を表す図

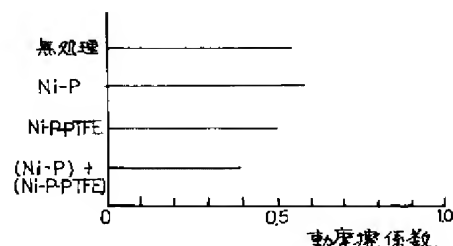
【図3】ガス絶縁開閉装置に併設した断路器の電動式開閉操作装置の構成図

【図4】図3に示した電動式開閉操作装置の動作説明図であり、(a)~(d)は可動接触子をONからOFFへ開放操作する場合の各動作状態を表す図

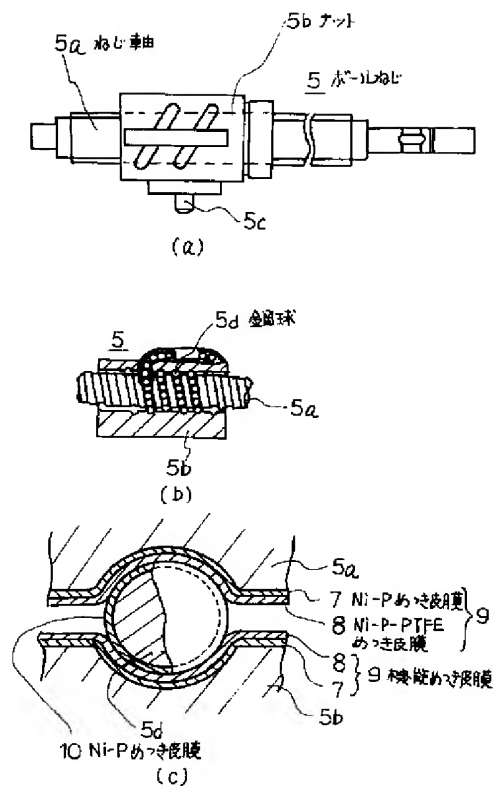
【符号の説明】

- 1 固定接触子
- 2 可動接触子
- 3 駆動モータ
- 4 減速歯車機構
- 5 ボールねじ
- 5 a ねじ軸
- 5 b ナット
- 5 d 鋼球
- 6 トグル機構
- 7 Ni-Pめっき皮膜
- 8 Ni-P-PTFEめっき皮膜
- 9 2層からなる機能めっき皮膜
- 10 Ni-Pめっき皮膜

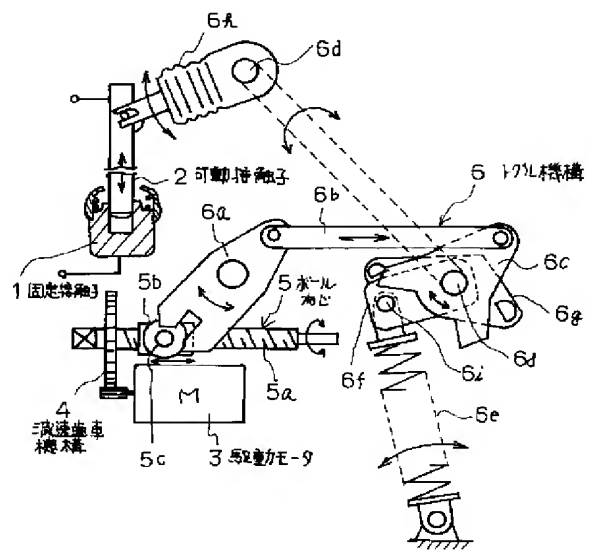
【図2】



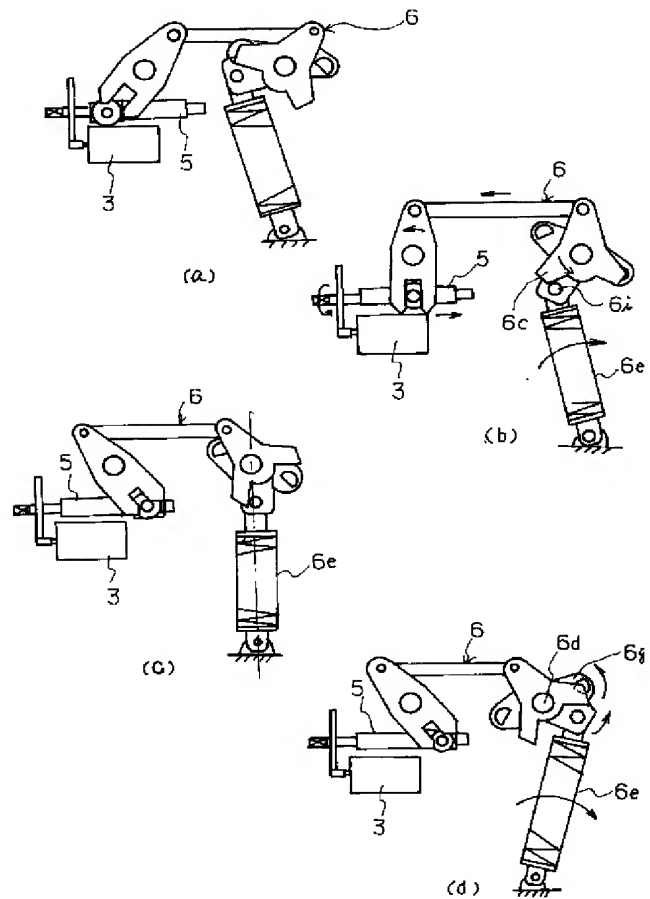
【図1】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 今村 清治  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号  
富士電機株式会社内

(72)発明者 富士 卓司  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号  
富士電機株式会社内

(72)発明者 山下 満男  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号  
富士電機株式会社内

(72)発明者 尾形 孝志  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号  
富士電機株式会社内